



## Viga a Flexión

Observe y analice la siguiente viga que se encuentra simplemente apoyada en A y C. Se compone por un tramo de madera de sección rectangular de 10x12 cm reforzada con una platina de acero de sección de 6x2cm, unidos con clavos de acero cada 3 cm a lo largo de la viga; y soporta una carga uniformemente distribuida como se muestra en la figura.

Madera:  $E=10^5$  [ kg/cm<sup>2</sup> ] ;  $\sigma_{per}= 600$  [ kg /cm<sup>2</sup> ]

Acero:  $E=2 * 10^6$  [ kg/cm<sup>2</sup> ] ;  $\sigma_{per}= 1500$  [ kg /cm<sup>2</sup> ]

Clavos:  $\tau_{perm} =2000$ [ kg cm<sup>2</sup> ]

Determinar:

- La carga máxima que puede soportar
- El esfuerzo cortante máximo
- El diámetro mínimo que deben tener los clavos

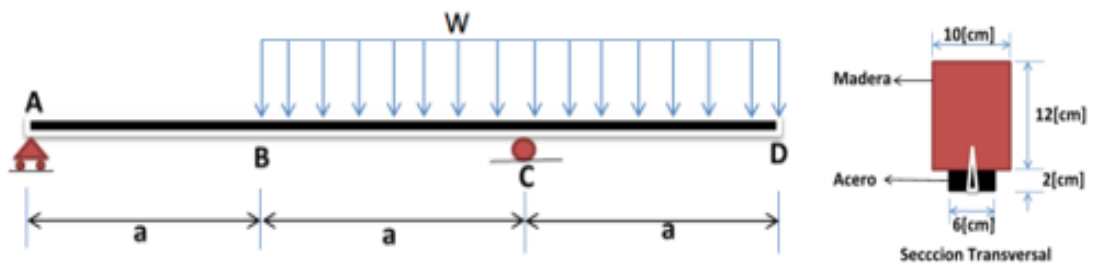


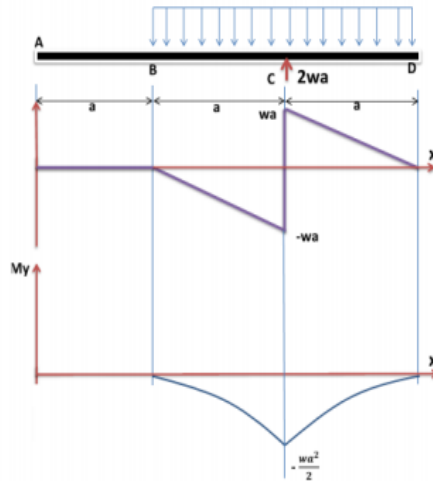
Figura 1. Dimensiones y condición de carga de la viga.



Solución analítica: Estática:

$$\begin{aligned} \Sigma M_c &= 0 \\ R_a &= 0 \\ R_a &= 2wa \end{aligned}$$

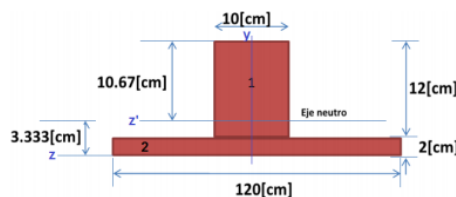
Diagramas:



Análisis de sección transversal: Viga de dos materiales, transformada de acero a madera.

$$\begin{aligned} n &= \frac{E_{ac}}{E_m} = \frac{2 \times 10^6}{1 \times 10^5} = 20 \\ b_t &= n * b_r = 20 * 6 = 120 \end{aligned}$$

Sección transversal transformada:



Calculo de inercia de sección transformada:

	$A_i$	$Y_i$	$A_i * Y_i$
1	120	8	960
2	240	1	240
Total	360	3.333	1200

$$Y = \frac{\Sigma A_i * Y_i}{\Sigma A_i} = 3,33 \text{ cm}$$

	$A_i$	$Y_i$	$A_i * Y_i^2$	$I_i$
1	120	4,67	2617	1440
2	240	2,33	1303	80
Total	360		3920	1520

$$I = \Sigma A_i * Y_i^2 + \Sigma I_i = 3920 + 1520 = 5440 \text{ cm}^4$$

Análisis de esfuerzos

a. Sección crítica C

$$M_{max} = \frac{-wa^2}{2} = \frac{-w * 100^2}{2} = 5000w$$

Si el acero es crítico

$$\sigma_{perm} \leq \frac{n * M * C_{ac}}{I}$$

$$\frac{20 * 5000w * 3,33}{5440} \leq 1500$$

$$W_{max ac} = 24,5 \left[ \frac{Kg}{cm} \right]$$

Si la madera es crítica

$$\sigma_{perm mad} = \frac{M * C_{mad}}{I}$$

$$\frac{5000w * 10,67}{5440} \leq 600$$

$$W_{max mad} = 61,18 \left[ \frac{kg}{cm} \right]$$

**El acero es más crítico**

$$W_{max ac} = 2450 \left[ \frac{Kg}{m} \right]$$

b. Cortante máximo,  $\tau_{max}$

$$W_{max} = w * a = 2450 * 1 = 2450 [kg]$$

$$\tau_{max} = \frac{V * Q_{en}}{I * b}$$

$$\frac{2450 * 10 * 10,67 * \frac{10,67}{2}}{5449 * 10} = 25,6 \left[ \frac{kg}{cm} \right]$$

c. Diámetro de los clavos.

$$q_{1-2} = \frac{V * Q_2}{I} = \frac{2450 * (240 * 2,33)}{5440}$$

$$q_{1-2} = 252,8 \left[ \frac{kg}{cm} \right]$$

$$F_c = q * s = 251,8 * 3 = 755,4 \text{ kg}$$

Numero de clavos por paso: N=1

Fuerza de corte por clavo.

$$V_{clavo} = \frac{F_c}{N} = \frac{755,4}{1} = 755,4 \text{ kg}$$

Calculo del diámetro de los clavos.

$$\tau_{clavo} = \frac{V_{clavo}}{\frac{\pi}{4} d^2} \leq \tau_{perm}$$

$$\frac{755,4}{\frac{\pi}{4} d^2} \leq 20$$

$$d = 0,69 \text{ cm} = 7 \text{ cm}$$



**Pasos para solución:**

**Tipo de análisis:** Estático estructural.

- Material: Es necesario crear dos materiales personalizados en *Engineering Data*, el acero y la madera.

Property	Value		Property	Value	
Young's Modulus	1,9613E+11	Pa	Young's Modulus	9,8067E+09	Pa
Poisson's Ratio	0,3		Poisson's Ratio	0,18	
Bulk Modulus	1,6344E+11	Pa	Bulk Modulus	5,1076E+09	Pa
Shear Modulus	7,5436E+10	Pa	Shear Modulus	4,1554E+09	Pa
Tensile Yield Strength	1,471E+08	Pa	Tensile Yield Strength	5,884E+07	Pa

Figura 2. Propiedades mecánicas de acero y madera..

- Geometría: Importada desde solidworks con formato “.STEP”. Se modelan las secciones por separado y se ensamblan por medio de los clavos.

**Modelo:**

- Condiciones de contorno: La viga se encuentra simplemente apoyada en el extremo y el punto B, también soporta una carga distribuida en la sección A.

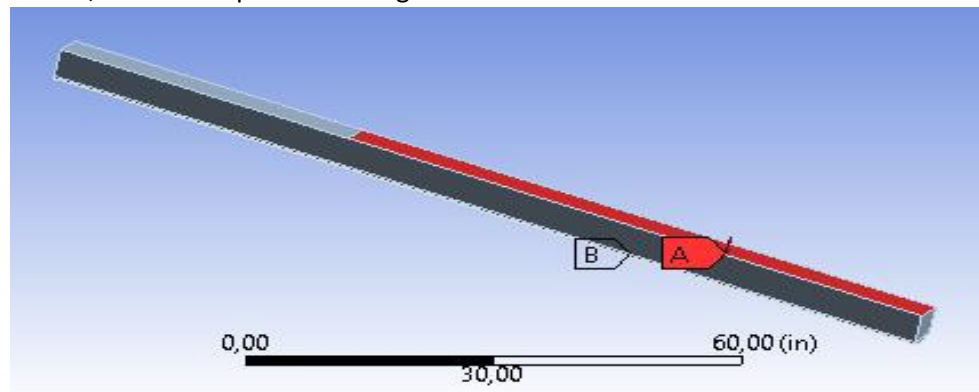


Figura 3. Condiciones de contorno de la viga simplemente apoyada.

- Resultados: Se encuentra un factor de seguridad mínimo en la parte inferior de la viga, sección que corresponde al acero. Por tanto, se corrobora los resultados de analíticos.

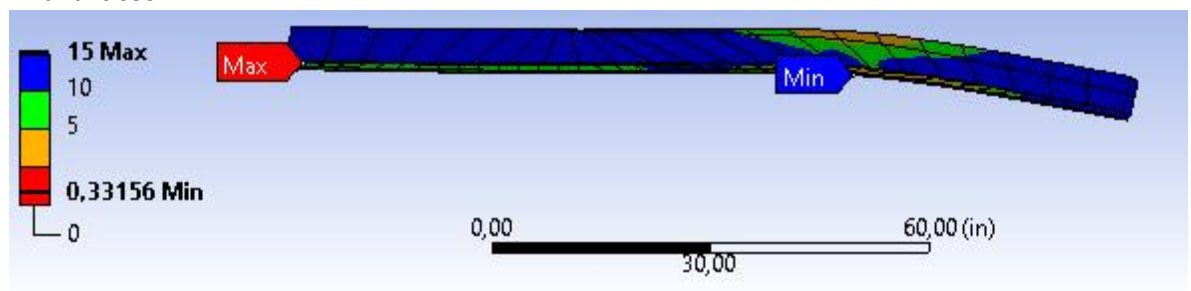


Figura 4. Factor de seguridad máximo y mínimo de la viga .